



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **63154915 A**(43) Date of publication of application: **28.06.88**

(51) Int. Cl.

G01C 19/56
G01P 9/04
G01P 15/14

(21) Application number: **61301251**(22) Date of filing: **19.12.86**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor:
KAWAMURA YOSHIO
HAMAMOTO NOBUO
SATO KAZUO
TANAKA SHINJI
TERASAWA TSUNEO

(54) **DRIVE-DETECTION CIRCUIT OF VIBRATOR**

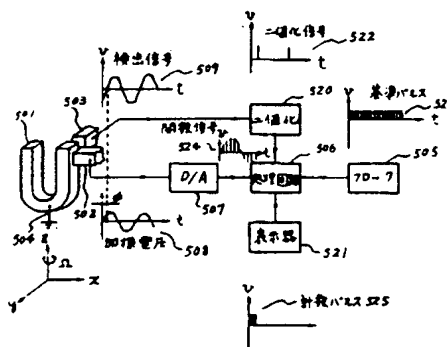
(57) Abstract:

PURPOSE: To enhance detection accuracy, by a method wherein a high frequency timing pulse is set to a standard to be divided in its frequency to generate the exciting voltage of a vibration type physical quantity sensor and the output signal of a vibration wave form from the sensor is binarized and the phase difference with the exciting voltage is digitally counted on the basis of the timing pulse.

CONSTITUTION: A processing circuit 506 divides the frequency of the reference pulse 523 generated from a clock 505 in a predetermined ratio to generate a function signal 524 wherein a predetermined number of pulses are set to one cycle. A vibrator 501 is electrostatically attracted to an exciting electrode 502 to resonate in an x-axis direction. When angular velocity Ω is generated around a z-axis, Coriolis force acts in a y-axis direction and the vibrator 501 displaces in the y-direction. The displacement in the y-direction is detected as the change in capacity with respect to an electrode 503 to obtain a detection signal 509. This signal 509 is binarized by a binarizing circuit 520 to obtain a binarization signal 522 which is, in turn, inputted to the processing circuit 506 to output the phase difference ϕ between an exciting

signal and the detection signal 509 to a display device 521 as a count pulse 525. Since the angular velocity Ω depends on the phase difference ϕ , the angular velocity can be specified.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-154915

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月28日

G 01 C 19/56
G 01 P 9/04
15/147409-2F
8203-2F
8203-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 振動子の駆動・検出回路装置

⑯ 特 願 昭61-301251

⑰ 出 願 昭61(1986)12月19日

⑱ 発 明 者 河 村 喜 雄 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 浜 本 信 男 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発 明 者 佐 藤 一 雄 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 発 明 者 田 中 伸 司 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

振動子の駆動・検出回路装置

2. 特許請求の範囲

1. 外部からの物理量をアナログ的に検出する振動型の物理量センサとクロックを具備し、クロックからの基準パルスを所定の割合で分周し、所定のパルス数からなる周期関数を発生させる処理回路を具備して構成され、該処理回路からの周期関数を加振電圧に変換して当該物理量センサを加振する機能、および当該物理量センサの振動波形の検出信号を二値化する機能、ならびに該処理回路を用いて、加振電圧に対する検出信号の位相差を特定する機能を有することを特徴とする振動子の駆動・検出回路装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は振動型の物理量センサに係り、特に振動子を加振してその振動位相特性から物理量を検出するのに好適な回路装置に関する。

〔従来の技術〕

従来の装置は、特開昭60-47913に記載のように角速度等の物理量センサである振動体の振幅をアナログ的に直接出力する方式となっていた。

第5図は従来の音叉型振動子を用いた角速度・加速度検出器(特開昭60-47913号)の一部を示す斜視図である。図において、61は基部、62、63は基部61に固定された振動片、64、65は振動片62、63の上部に取り付けられた固定材、66、67は下部が固定材64、65に取り付けられた振動片で、振動片62、63は主振動方向すなわちx方向に振動可能であり、また振動片66、67は主振動方向と直角な検出方向すなわちy方向に振動可能であり、さらに振動片62、63の共振周波数と振動片66、67の共振周波数とは等しい。

この角速度・加速度検出器においては、電磁材から成る振動片62、63を共振振動数 ω でx方向に互いに逆向きに振動させておいた状態で、xy平面に直角なz軸回りに角速度 Ω が生ずると、

振動片66, 67に角速度 Ω に比例したコリオリ力 F が y 方向に作用する。この場合、 x 方向の振動の振幅を a 、時間を t とすると、振動片66, 67の位置 x は次式で表わされる。

$$x = a \sin \omega t \quad \dots (1)$$

したがって、振動片66, 67の基部61に対する x 方向の相対速度 \dot{x} は次式で表わされる。

$$\dot{x} = a \omega \cos \omega t \quad \dots (2)$$

このため、振動片66, 67の質量を m とすると、コリオリ力 F は次式で表わされる。

$$F = 2 m \Omega \dot{x} = \Omega \cdot 2 m a \omega \cos \omega t \quad \dots (3)$$

この(3)式から明らかなように、コリオリ力 F が作用した場合には、振動片66, 67が y 方向に振動し、その振幅は角速度 Ω に比例するから、振動片66, 67の振幅を検知することにより、角速度 Ω を求めることができる。また、 y 方向の加速度 \ddot{y} が生じたときには、振動片66, 67が加速度 \ddot{y} に比例して変形するから、振動片66, 67の変形量を検出することにより、加速度 \ddot{y} を検出することができる。振動片66, 67は電通

材で作られているため、加速度 \ddot{y} に対応した変位をアナログ量として出力する。

(発明が解決しようとする問題点)

上記従来技術は物理量センサの加振周波数を精度良く安定に保持する点、および微小な検出信号の S/N 比を向上する点について配慮がされておらず、従来よりさらに一層の精度向上を必要とする振動型の物理量センサを小型化する上で精度上の技術的問題があつた。本発明の目的は、高周波数のクロックを基準とすることにより、安定性の良い加振周波数を得、検出精度の向上を可能とし、振動型の物理量センサの小型化さらには駆動・検出回路と振動子とを一体化した一素子型の振動型の物理量センサの提供を可能とすることにある。

(問題点を解決するための手段)

上記目的は、高周波のクロックジェネレータを基準として、デジタルパルスを分周して、振動型物理量センサの加振電圧を発生させ、一方振動型の物理量センサからの振動波形の出力信号を二値

化処理し、上記のクロックを基準に加振電圧との位相差をデジタル的にカウントする回路の導入によつて達成される。

(作用)

クロックジェネレータの出力を分周し特定のパルス数を一周期とする加振電圧波形を発生するので高精度で安定した加振周波数が得られる。また物理量センサからの検出信号を二値化処理して、トリガ信号の役に供するため、上記の分周された加振周波数との位相差の検出がデジタル的に行なえる。また分周の割合を増加させることにより、分解能の向上が容易となる。さらにデジタル処理で位相差をカウントする回路構成であるため小型化に適しており、振動型物理量センサと駆動および検出処理回路を一つにまとめた一素子型の物理量センサの製作が可能となる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。振動子501, 加振電極502, 検出電極503, アース電極504, クロック505, 処

理回路506, DA変換器507, 二値化回路520, 表示器521から構成されている。

処理回路506はクロック505が発生する基準パルス523を所定の割合に分周した後所定パルス数を一周期とする関数信号524を発生させる。この関数信号をDA変換器507でアナログ信号に変換して加振電圧508を発生させる。振動子501は、加振電極502により静電的に吸引されて、 x 軸方向に共振する。振動子の x 軸回りに角速度 Ω が生じると、コリオリの力が y 軸方向に発生し、振動子501は y 方向に変位する。 y 方向の変位は検出電極503に対する静電容量の変化として検出され、検出信号509を生じる。この検出信号を二値化回路520で二値化し、二値化信号522は処理回路506経由で、加振信号508と検出信号509との位相差 ϕ を計数パルス525として得て表示器521に出力する。角速度 Ω はこの位相差 ϕ に依存するため、位相差から角速度 Ω を特定できる。

本発明の具体例を第2図により説明する。

クロックジェネレータ1、N進のカウンタ2、関数波形のメモリ3、D/A変換器4、アナログ5、デコーダ7、アンプ9、フィルタ10、ゼロ調回路18、コンパレータ11、エッジ検出器12、フリップフロップ13、AND回路14、カウンタ15、ラッチ16、表示器17および振動子への加振電圧を出力するドライブ端子6、振動子からの信号を受けるシグナル端子8から構成されている。

本発明の場合、クロックジェネレータ1は振動子の共振周波数 f のN倍の周波数 $f \cdot N$ のクロックを発生する。このクロックはN進カウンタ2 ($N=3600$)に入力される。メモリ3は、加振に必要とする波形がN進のパルスに応じてあらかじめ記憶させてあるので、メモリ3はN進カウンタ2の出力であるアドレスに対応する関数信号を発生させる。本実施例では一周期分の正弦波関数がメモリされている。従つて $360^\circ/3600=0.1^\circ$ の分解能で周波数 f の正弦波状の内容を持つたデータがメモリ3からD/A変換器4に送

ブフロップ13をリセットする。フリップフロップ13はセットされている間だけ出力がAND回路14に送られ、クロックジェネレータ1のクロックを基準にしてカウンタ15が計数する。カウンタ15はデコーダ7のN-1番目の信号でクリアされて、AND回路14がオンの間だけ計数できる。すなわち、デコーダ7の0番目の信号は加振電圧の正弦波の零レベルの立上り時点であり、エッジ検出器により出力されるパルス信号は振動子からの検出信号の零レベルにおける立上り時点であるため、カウンタ15に計数される値は加振電圧と検出信号との位相差を示すことになる。カウンタ15の計数値はデコーダ7のN-2番目の信号によりラッチ16を作動させて、表示器17に表示される。

第3図に本発明の駆動・検出回路をLSI化しかつ振動型物理量センサと結合させて一素子化した実施例を示す。物理量センサとしては、特開昭60-233405に示される角速度センサに適用した一例である。Si基板101にz軸を中心軸とする

られる。D/A変換された出力はアンプ5により増幅されドライブ端子6を経て振動子(図示省略)に印加される。加振された振動子からの検出信号はシグナル端子8を経てアンプ9およびノイズ成分を除去するフィルタ10を経てコンパレータ11の一方の入力端子に入る。コンパレータ11ではもう一方の入力端子に接続されたオフセット除去回路18によつて検出信号の直流成分に相当する比較電圧が与えられ、検出信号がこの比較電圧を越えるか否かによつて信号を二値化する。すなわち比較電圧より大きい正の半サイクルのみコンパレータ11の出力レベルは論理“1”レベルとなる。さらに、この二値化された信号はエッジ検出器12によつて立上り(前縁)部のみを抽出して、ほぼクロック信号とパルス幅の等しいパルス信号に整形される。

一方、カウンタ2からのN進の信号はデコーダ7に分岐され、0~N-1番目のパルスのうち0番目の信号によりフリップフロップ13をセットし、エッジ検出器12からのパルスによりフリツ

音叉型の振動子102、103が形成されている。x方向に加振するための加振電極104、105、z軸まわりの角速度 Ω に起因するコリオリ力によつて生じるy方向の変位を検出するための検出電極106、107、および第1図で述べた本発明の集積化された駆動・検出回路118から主に構成されている。一對の振動子102、103は導電性を持たすためボロンがドーブされ、アルミ配線112を経て、アース端子117に接続している。加振電極104、105はアルミ配線110、111を経てドライブ端子115、116に接続している。ドライブ端子115、116は回路118内で直結されている。検出電極106、107は、エッチング加工されたSi基板の溝底に形成されており、図示していない差・和・除算回路を経由してシグナル端子に接続している。

振動子の振動特性の検出方法の一例を次に述べる。

第4図は音叉型振動子の加振・検出信号接続端子周辺を模式的に示したものである。アース301

に接続された振動子302, 303, ドライブ端子300に接続した加振電極304, 305, および検出電極306, 307から構成されている。振動子302, 303はx方向において、互いに逆方向に振動するため、z軸回りの角速度 Ω に依存したy方向の変位も互いに逆方向となる。従って検出電極306, 307からの出力 C_1, C_2 の差を引き算回路308でまた和をたし算回路309で求め $(C_1 - C_2) / (C_1 + C_2)$ を除算回路310で出力することにより安定した検出信号がジグナル端子311より得られる。

また振動子の加振手法、検出手法としては、静電力を用いる以外に電歪材を用いての入出力、電磁力を用いる方法、光学的に検出する方法など応用することは容易に考えられる。

なお、振動子の加振周波数 f はクロックジェネレータの基準クロックを $f \cdot N$ と変位させることにより変えることができる。

[発明の効果]

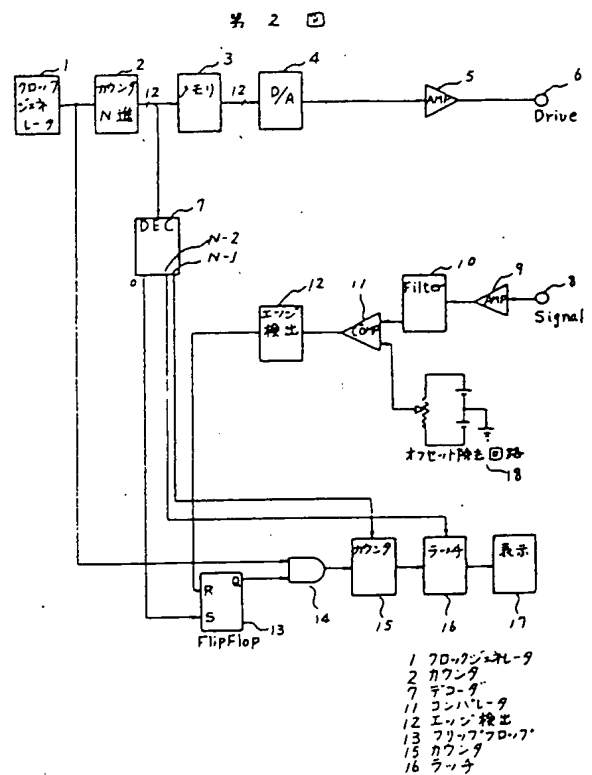
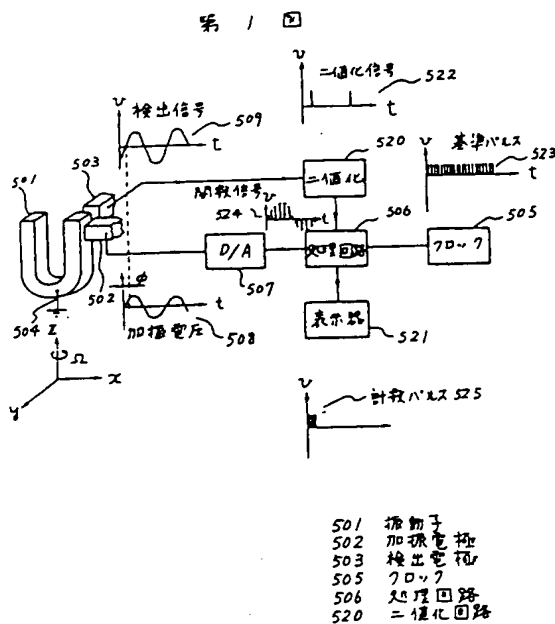
本発明によれば、デジタル的に加振周波数を作

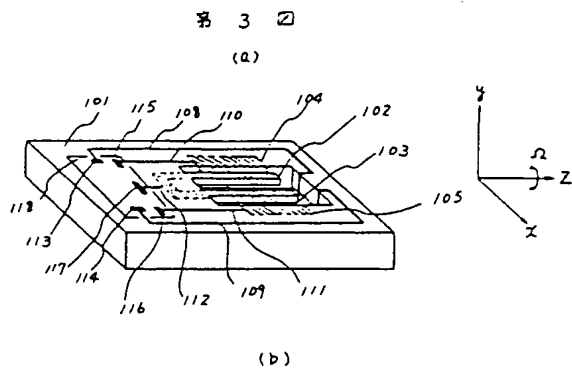
りまた、振動特性の検出信号をデジタル処理するため、安定した加振周波数を供給できる。また分解能の高い位相差検出ができるので、大幅な精度向上が図れ、さらにはLSI化に適した回路構成であるので振動型の物理量センサの小型一系化の効果がある。

4. 図面の簡単な説明

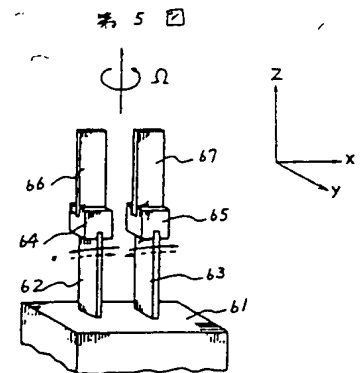
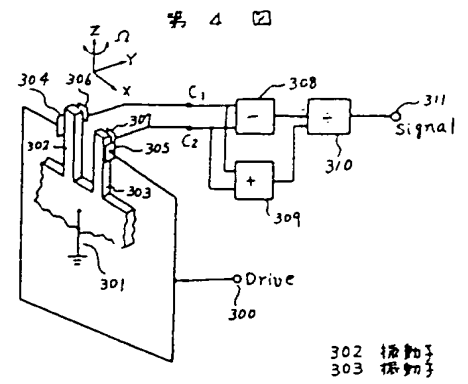
第1図は本発明の一実施例のブロック図、第2図は本発明の一実施例の詳細ブロック図、第3図は本発明の一実施例の斜視図、および断面図、第4図は本発明の一実施例の拡大概略図、第5図は従来の角速度・加速度検出器の要部斜視図である。501…振動子、502…加振電極、503…検出電極、520…二値化回路、505…クロック、506…処理回路。

代理人 井理士 小川啓男





101 シリコン基板
102 振動子
103 加振電極
104 検出電極
105 駆動検出回路



第 1 頁の続き

②発明者 寺澤 恒 男 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地 株式会社日立製作所中央研究所内